

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.11.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 6 月 1 日
Date of Application:

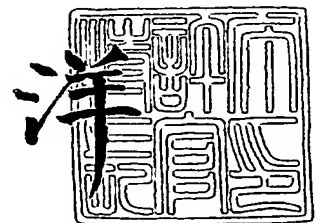
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 6 3 4 9 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 1 6 3 4 9 1]

出 願 人 日 亜 化 学 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 1 2 0 4 3 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 195136
【提出日】 平成16年 6月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
 【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社
 内
 【氏名】 村山 隆史
【特許出願人】
 【識別番号】 000226057
 【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0
 【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100074354
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 豊栖 康弘
 【電話番号】 0886-64-2277
 【ファクシミリ番号】 0886-64-1335
【代理人】
 【識別番号】 100091465
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石井 久夫
 【電話番号】 06-6949-1261
 【ファクシミリ番号】 06-6949-0361
 【連絡先】 担当
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-355399
 【出願日】 平成15年10月15日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010526
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0308851
 【包括委任状番号】 9714020

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

発熱体が熱的に接続される第 1 の面を有する第 1 の板状部材と、該第 1 の板状部材の第 2 の面と接続される第 2 の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、
前記第 1 の板状部材の第 2 の面には凹凸を有することを特徴とするヒートシンク。

【請求項 2】

前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した第 2 の面に有することを特徴とする請求項 1 に記載のヒートシンク。

【請求項 3】

前記凹凸は、段差が $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のヒートシンク。

【請求項 4】

発熱体が熱的に接続される第 1 の面を有する第 1 の板状部材と、該第 1 の板状部材の第 2 の面と接続される第 2 の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、

前記第 1 の板状部材は、第 1 の面における発熱体の接触面積 (a) に対して、発熱体の接触領域に対向した第 2 の面における表面積 (b) が大きいことを特徴とするヒートシンク。

【請求項 5】

前記第 1 の面における発熱体の接触面積 (a) と、第 2 の面における発熱体の接触領域に対向した第 2 の面における表面積 (b) との比が、 $0.2 \leq (a/b) < 1$ であることを特徴とする請求項 4 に記載のヒートシンク。

【請求項 6】

前記第 1 の板状部材における第 1 の面と前記発熱体とは共晶材料を介して接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のヒートシンク。

【請求項 7】

前記第 1 の板状部材における第 2 の面と前記第 2 の板状部材とは共晶材料を介して接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のヒートシンク。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のヒートシンクと、半導体から成る発熱体とを備えたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

前記発熱体は、前記第 1 の板状部材における第 1 の面上に 1 以上が実装されて成ることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記発熱体が半導体発光素子であることを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

2 枚の板状部材の間に冷却用流体を流す流路が形成されたヒートシンクと、前記ヒートシンクの主面上に 1 次元又は 2 次元状に配列するように実装された複数の窒化物半導体発光素子とを備えた半導体発光装置であって、
前記流路内において前記板状部材の表面に複数の凸部が形成されたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 12】

前記複数の凸部は、前記流路の入口から出口に向かって最も近接する凸部同士を順次結んだ線分が屈曲を繰り返すよう互いにずれて配置されたことを特徴とする請求項 11 に記載の半導体発光装置。

【請求項 13】

前記複数の凸部の少なくとも一部は、前記半導体発光素子の間に中心が位置するように形

成されたことを特徴とする請求項 11 又は 12 に半導体発光装置。

【請求項 14】

前記複数の凸部の少なくとも一部は、前記半導体発光素子の略中央に中心が位置するように形成されたことを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 15】

前記複数の凸部が各半導体発光素子の略中央と頂点付近とに配置されたことを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 16】

前記凸部の上面が対向する板状部材に接合されたことを特徴とする請求項 11 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 17】

前記流路が平面視で略円形又は略楕円形であることを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 18】

前記流路の入口及び／又は出口が円弧状であることを特徴とする請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 19】

前記板状部材の貼り合わせ面が、Au を含む金属材料によって覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ヒートシンク及びヒートシンクを備えた半導体装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンクにおける一般的な冷却手段としては、受動的冷却手段と能動的冷却手段とに分けることができる。例えば、前者は熱容量の大きなヒートシンクを用いることで発熱体の放熱を行うものであり、後者は発熱体を実装するヒートシンク内に冷却水を流して熱を奪い取るといった手段である。近年、更なる高出力化や高輝度化等が要求される半導体装置においては、効率よく冷却ができる能動的冷却手段の採用が好まれている。

【0003】

前記受動的冷却手段を用いた半導体装置として、例えば赤外帯域の半導体レーザーアレイで1～数十ワット(W)もの光出力が得られている。ここで、半導体レーザーアレイとは、単一半導体結晶上に複数の共振器が配列されたアレイ、もしくは分離された複数の半導体結晶上にそれぞれ共振器が配列されたアレイのことを示す。

【0004】

また前記半導体レーザーアレイをスタック構造とすることによって、数十～数キロワット(W)もの光出力が得られている。このようなスタック構造をした半導体装置に用いられている冷却手段が能動的冷却手段である。例えば、ヒートシンク内に水路を設け、半導体レーザーアレイの直下を冷却する技術が提案されている。水路内において、加圧された流体が発熱体の直下に吹き付けられるように水路を細めた複数の微細孔が設けられている。この微細孔から流体を勢いよく半導体レーザーアレイの直下に吹き付けることで、熱伝達効率を向上させる(特許文献1)。

【0005】

前記半導体装置の構造は、半導体レーザー等の発熱体の放熱面に対し、流体がほぼ直角に当たるように水路が設計されている。

【0006】

【特許文献1】特開平8-139479号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前記能動的冷却方式の一例として示した半導体レーザー等は、発熱体の放熱面に対して流体(冷却媒体)がほぼ直角に当たるように水路を設計することにより、ヒートシンク内壁面における摩擦抵抗を限りなく小さくした点に特徴がある。すなわち、流体(冷却媒体)と放熱面とが接する部位には、摩擦抵抗を引き起こす一種の皮膜が形成されており、該皮膜を皮膜面に対して垂直な方向から冷却水を勢い良く吹き付けることにより皮膜を破壊して、冷却効率を効率良く向上するものである。

【0008】

しかしながら、LEDや面発光レーザー等の面発光装置は、マトリクス状に実装することによりその機能を発揮するものである。即ち、LEDや面発光レーザー等の面発光装置を複数個組み合わせ高出力の発光装置を作ろうとすれば、複数の面発光装置をマトリクス状に実装する必要がある。これらの面発光装置は各々が発熱体であるため、各面発光装置に対して効率の高い冷却を行う必要がある。ところが、前記水路構造を適用した場合、放熱面に垂直な方向から流体(冷却媒体)が吹き付けられる部位は限られているため、このような部位を面発光装置毎に多数形成するためには水路が複雑化してしまい、面発光装置の高密度な実装が妨げられてしまうという問題があった。

【0009】

そこで本発明は、上記問題に鑑み、十分な冷却機能を有するヒートシンク、及びこのようなヒートシンクを備えた半導体装置を提供することを目的とする。

【0010】

また本発明は、放熱面と流体（冷却媒体）の流れる方向とが平行な位置関係にある場合や、流体（冷却媒体）の流れる方向と平行な面上に発熱体を1以上実装してある場合においても十分な冷却機能を有するヒートシンク、及びこのようなヒートシンクを備えた半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のヒートシンクは、発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の第2の面には凹凸を有する。

【0012】

前記第1の板状部材における第2の面に凹凸を有することで、同一領域での流体が流れる表面積を大きくすることができる。即ち、第1の板状部材の第2の面に形成された凸部は放熱フィンのような役割を果たすようになる。また流体は、段差がある面を進行するため直線的に進行するのみならず、進行方向や進行速度を変化させながら進むことになる。そのため発熱体からの熱を効率よく冷却することができる。またヒートシンクの薄型化や小型化を優先するために供給口の径を小さくした場合であっても十分な冷却機能を有する。

【0013】

ここで、前記第1の板状部材が、発熱体と接続しているとは、直接的に接しているものに限定されず、熱的に接続していればよい。つまり、第1の板状部材と発熱体との間には熱輸送経路が形成されていればよく、例えば共晶材料を一層又は多層で介している構成としても構わない。また、前記流体とは、冷却媒体であって、純水や低融点液体等である。

【0014】

また、本発明のヒートシンクにおいて、前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した領域に形成することが好ましい。これにより、流体と接する放熱面積を例えば2倍以上に広げ、第2の面における熱密度（熱流の密度）を下げるできるので効率よく冷却することが出来る。

【0015】

また、本発明のヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の、第2の面に形成される凹凸は、段差が $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。凹凸構造は、板状部材に水路を形成すると同時にケミカルエッチング等によって形成するが、加工精度の都合上 $10\mu\text{m}$ 以上とするのが好ましい。また、エッチングによって削り出した量が流体の流量を決めるため、上記範囲が $500\mu\text{m}$ より高ければ、実質的に冷却に寄与しない流体が存在することになり、しかも過剰な流体を循環させるために、圧力が必要以上に上がってしまい、効率的ではない。そのため、前記段差は $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0016】

前記凹凸の段差は $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。該範囲で段差を形成することにより、更に効率よくヒートシンクを冷却することが出来る。

【0017】

また、本発明のヒートシンクは、発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材は、第1の面における発熱体の接触面積（a）に対して、発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積（b）が大きいこと

を特徴とする。本件発明者は、放熱面から放熱される熱輸送において、発熱体からの熱はヒートシンク内を厚さ方向に 45° の角度で広がりながら第1の板状部材における第2の面まで伝わる温度分布を確認している。このため発熱体である面発光装置等を高密度に実装すると、隣接する発熱体から生じた熱が第1の板状部材の厚さ方向に伝わる間に重なり合って熱干渉を起こし、局所的に大きな熱が発生することになる。従って、発熱体である面発光装置等を高密度に実装した場合、各面発光装置に流すことができる投入電力量は低く制限されてしまう。しかしながら本件発明によれば、そのような高密度実装した半導体装置において、上記構成のような放熱面を確保することで、許容される投入電力量を格段に上げることができる。ここで、投入電力量とは、面発光装置等の半導体素子に流す電流量と印加電圧の積であり、その投入電力量を素子の投影面積で割った値を熱密度と称する。本件発明によれば、例えば熱密度 2 W/mm^2 以上となるような投入電力量を許容することができる。尚、高密度実装とは、発熱体同士の間隔を発熱体の幅より狭くした実装形態であって、該発熱体の数量は3個以上とする。

【0018】

また、本発明のヒートシンクにおける前記第1の面における発熱体の接触面積 (a) と、第2の面における発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積 (b) との比が、 $0.2 \leq (a/b) < 1$ であることが好ましい。更に好ましくは、上記範囲は $0.2 \leq (a/b) < 0.5$ とする。第2の面における表面積 (b) が、第1の面における発熱体の接触面積 (a) の5倍より大きくすると、かなりの加工精度が要求されることになる。しかしながら、上記範囲であれば、冷却効率をより向上することができる。

【0019】

また、前記第1の板状部材における第1の面と前記発熱体とは共晶材料を介して接続することが好ましい。これにより、発熱体に熱的ダメージを与えない低温で発熱体と板状部材とを貼り合わせることが可能になる。また板状部材に対する微細加工を容易に保持することができ、熱変形を抑制するばかりでなく薄型化を容易に実現でき、熱抵抗を低減できる。

【0020】

また、前記第1の板状部材における第2の面と前記第2の板状部材とも共晶材料を介して接続することが好ましい。各板状部材を貼り合わせる接着部材として共晶材料を使用することにより、板状部材を比較的低温で貼り合わせることが可能になる。板状部材に対する微細加工を容易に保持することができ、薄型化を容易に実現でき、熱抵抗を低下することができる。

【0021】

また本発明の半導体装置は、前記ヒートシンクと、半導体から成る発熱体とを備えたことを特徴とする半導体装置である。このようなヒートシンクを用いることで発熱体の素子特性の熱劣化を防ぐことが可能となり、信頼性に優れた半導体装置を提供することができる。

【0022】

本発明の半導体装置は、前記第1の板状部材における第1の面上に1以上が実装されて成ることが好ましい。前記第1の板状部材の第2の面上に形成された凹凸によって、該第2の面における熱密度が低下する。そのため、発熱体の自己発熱による光出力の低下を抑制することが可能となり、複数の発熱体を高密度実装することができる。

【0023】

また、本発明発光装置において、前記発熱体が半導体発光素子であることが好ましい。半導体発光素子は熱特性が敏感であるため熱による劣化が著しい。特に半導体レーザ (LED) や LED は発熱量が大きい。しかしながら、本発明のヒートシンクを搭載することで高密度実装かつ高出力化が実現できる。また、半導体発光素子の中でも窒化物半導体発光素子は発熱量が多いため、本発明のヒートシンクを搭載することは特に有効である。

【0024】

また、本発明のヒートシンクは、前記板状部材を各々貼り合わせる工程において、一方

の板状部材の表面側に接着部材を形成し、他方の板状部材の貼り合わせ面に金属膜を形成した後、貼り合わせることができる。接着部材のみならず金属膜を形成することによって接着部材の濡れ性を高め、板状部材同士の密着性を高めることによって冷却材の漏れ問題等の信頼性をさらに高めることが出来る。

【0025】

また、本発明のヒートシンクは、前記共晶材料がAuSn、AuSi、SnAgBi、SnAgCu、SnAgBiCu、SnCu、SnBi、PbSn、Inからなる群から選択される少なくとも1種を含む接着材料であることを特徴とする。濡れ性・密着性の観点からこれらの接着材料が好適である。本発明のヒートシンクの製造方法としては、前記共晶材料の張り合わせ温度を500℃以下とすることが好ましい。この温度範囲でヒートシンクを製造することにより著しく熱変形が改善される。

【発明の効果】

【0026】

本発明の構成により、例えば、ヒートシンクに窒化物半導体から成るLEDを10個以上で高密度実装することを可能とし、更にはCW駆動で連続発光するワット光源が得られる。また、本発明のヒートシンクに高出力面発光半導体レーザを1以上実装することにより、熱量の大きな窒化物半導体レーザであっても、CW駆動で連続発振する小型なワット光源が得られる。また本発明のヒートシンクであれば、半導体発光素子を1以上実装したワット光源自身を複数個配列することも可能となり、さらに高出力な光源を得ることができる。

【0027】

本発明のヒートシンクは、面発光半導体レーザおよび高輝度LEDなどで特に有効であるが、発熱を伴うあらゆる半導体デバイスに対し適用できるヒートシンクとして用いることもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面に基づいて、本発明を実施するための形態を説明する。

図1は本発明のヒートシンクを備えた半導体装置を示す模式的断面図である。図1の半導体装置は、第1の板状部材2と第2の板状部材3によって構成されたヒートシンクを有しており、発熱体であるLEDチップ1を第1の板状部材2上に実装している。第1の板状部材2と第2の板状部材3との間には冷却用流体を流す流路12が形成されている。第2の板状部材3は流体の供給口36aと排出口36bとを備えている。第1の板状部材2の上面には、LEDチップ1の実装領域を除いて絶縁性部材4が形成されており、その絶縁性部材4の上に金属部材5が形成されている。第1の板状部材2と金属部材5は絶縁性部材4によって電氣的に絶縁されている。発熱体であるLEDチップ1は、その上面に形成されたn側電極が金属部材5とワイヤーで接続されている。一方、LEDチップ1のp側電極は、LEDチップ1の底面に形成されており、第1の板状部材2に接続されている。金属部材5の上には、さらに金属製のキャップ溶接部材6が電氣的に接続するように形成されている。また、第1の板状部材2と第2の板状部材3も電氣的に接続されている。電源8は、キャップ溶接部材6と第2の板状部材3に接続される。電氣的接続経路としては、発熱体1を介して第1の板状部材2と金属部材5とが接続されている。即ち、第2の板状部材3と第1の板状部材2とがLEDチップ1のp側電極に電流を流すリードの役割を果たし、金属製のキャップ溶接部材6と金属部材5とがLEDチップ1のn側電極に電流を流すリードの役割を果たしている。また金属部材5上のキャップ溶接部材6には、さらにLEDチップ1を保護するためのカバーであるキャップ7が形成されている。キャップ7にはLEDチップ1の発光を観測できるように窓部が形成され、透光性の窓部材9が嵌め込まれている。

【0029】

図2は、図1に示す半導体装置の構造を模式的に示す斜視図である。尚、図面の簡単のため、金属部材5、キャップ溶接部材6及びキャップ7は省略している。図2に示すよう

に、第1の板状部材2の上に円形の窓部を有する絶縁性部材4が形成されており、その円形の窓部4aから第1の板状部材2が露出している。この円形の窓部4aの内側がLEDチップ1の実装領域となっており、窓部4a内に複数(図2では21個)のLEDチップ1が正方マトリックス状に配置されている。尚、正方マトリックス状とは、個々のLEDチップが基盤目状に配列している状態を差し、配列全体が矩形でなくても良い。本実施の形態によれば、以下に説明する水冷構造によって高い冷却効率を実現できるため、発熱体であるLEDチップ1は、LEDチップ同士の間隔11を狭く制限した高密度実装とすることができる。

【0030】

図3は、本実施の形態に係る半導体装置のヒートシンクの構成を模式的に示す断面図である。尚、本図面では便宜のため個々の部材を分離して示している。ヒートシンクは、第1の板状部材2と第2の板状部材3によって構成されている。第1の板状部材2は、第1の面21と第2の面22を有しており、第2の板状部材3は、第1の面31と第2の面32を有している。発熱体であるLEDチップ1は、第1の板状部材2の第1の面21の上に実装されている。第1の板状部材2の第2の面22と第2の板状部材3の第1の面31とは互いに対向しており、これら2面に挟まれた部分が冷却用流体が流れる流路となる。図3に部分拡大図で示すように、第1の板状部材2の第2の面22には、複数の凸部25が形成されている。この凸部25により冷却用流体と第1の板状部材2との接触面積が増加し、LEDチップ1から第1の板状部材2に伝わった熱が効率良く放散される。また、第1の板状部材2に形成された凸部25は、冷却用流体の進行方向や進行速度を変化させる役割を果たし、このことによっても放熱効率が向上する。ヒートシンクを構成する板状部材は熱伝導性のよい部材とすることが好ましい。好ましくは、銅(Cu)を母材とした銅系薄板材料である。最も好ましくは無酸素銅である。尚、後述するように板状部材同士の接合を共晶材によって行えば、板状部材の材料選択の自由度が増す。特に、金を含む金属材料によって板状部材の貼り合わせ面全面を覆い、その金を含む金属材料の少なくとも一方を低融点(例えば融点500℃以下)の共晶材とすれば、冷却材に対する腐食性も考慮する必要がなくなるため、板状部材の材料選択の自由度が一層増す。従って、板状部材(特に第1の板状部材)の材料として、その上に実装する半導体素子の基板材料と熱膨張係数が略同一の材料を用いることも可能となり、それによって半導体素子の実装時に半導体素子に加わる歪みを低減することができる。例えば、半導体素子がCuW等から成る支持基板上に形成されている場合には、第1の板状部材を同じCuWによって構成し、その貼り合わせ面(=第2の面)を金を含む金属材料(Au、AuSn、AuSi又はこれらの積層体等)で覆えば良い。

【0031】

第1の板状部材2の第2の面22に凸部25が形成された結果、凹凸パターンが形成されている。本実施の形態では、凸部25が平面視で円形(即ち、円柱状)である場合を例に説明するが、凹凸のパターン形状は、縞状、矩形状、ストライプ形状、格子形状等としても良い。第1の板状部材2の第2の面22に形成される凹凸は、段差が好ましくは10μm以上500μm以下、より好ましくは100μm以上300μm以下とすることが望ましい。

【0032】

また、本発明のヒートシンクにおいて、第1の板状部材の第1の面における発熱体の接触面積(a)と、第2の面における発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積(b)との比を、好ましくは $0.2 \leq (a/b) < 1$ 、更に好ましくは、 $0.2 \leq (a/b) < 0.5$ とする。この条件を満たすヒートシンクとするためには、第1の板状部材2の第2の面22に凹凸を形成すれば良い。また発熱体であるLEDチップ1のチップサイズは $\square 100\mu\text{m} \sim \square 10\text{mm}$ 程度である。従って、そのような発熱体1が複数個形成された第1の面に対向した第2の面に凹凸を形成する場合、第2の面に形成される凹部及び/又は凸部のサイズは幅を10μm以上1000μm以下とすることが好ましい。

【0033】

第1の板状部材2と第2の板状部材3の好ましい形態について図4乃至6を参照しながら説明する。図4(a)～(c)は、第1の板状部材2の好ましい形態を示し、図5(a)～(c)は、第2の板状部材3の好ましい形態を示す。また、図6(a)及び(b)は、図4と図5に示す板状部材を組み合わせた状態を示す。

【0034】

まず、第1の板状部材2の好ましい形態について説明する。図4(a)～(c)に示すように、第1の板状部材2の第2の面22略中央には、冷却用流体の流路を形成するための円形凹部24が形成されている。本実施の形態では、円形凹部24の深さが冷却用流体を流す流路の高さに一致する。そこで円形凹部24の深さは $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。これは流路の高さが低すぎるとは、加工が困難であるばかりでなく冷却水が流路を流れる際の抵抗が大きくなるからであり、逆に流路の高が高すぎるとは、放熱面である凹部24の底面から遠く離れた位置にも冷却用流体が流れることになり、冷却に寄与しない流体を過剰に循環させることになるからである。

【0035】

また、円形凹部24の底面には、放熱フィンとなる凸部25が規則的に配列されている。個々の凸部25の高さは、円形凹部24の深さと同じか、それよりも低くすることが好ましい。本実施の形態では、凸部25の高さを円形凹部24の深さ(=流路の高さ)と同じにしている。こうすれば、第1の板状部材2と第2の板状部材3を張り合わせた際に凸部25が支柱としての役割を果たし、ヒートシンクの機械的な強度が向上する。その際、凸部25の上面を第2の板状部材3の表面と接合すれば、第1の板状部材2と第2の板状部材3の接合面積が増し、ヒートシンクの機械的強度が一層向上する。一方、凸部25の高さを円形凹部24の深さ(=流路の高さ)よりも低くすれば、凸部25の上面も冷却用の流体に接触することになり、放熱効率が向上する。尚、凸部25を第2の板状部材3の第1の面31に形成し、凸部25の上面を第1の板状部材2の第2の面22と貼り合わせることも可能である。その場合、凸部25は第1の板状部材2の第2の面22と熱的及び機械的に一体化しているため、第1の板状部材2の第2の面22に凸部形成されたとみることができる。第1の板状部材2の4隅には螺子穴23が形成されている。

【0036】

次に、第2の板状部材3の好ましい形態について説明する。図5(a)乃至(c)に示すように、第2の板状部材3には流体を供給するための貫通穴である供給口36a及び流体を排出するための貫通穴である排出口36bが形成されている。また、第2の板状部材の第1の面31には、供給口36aから第2の板状部材3の中央に向かって略扇状に広がる扇状凹部34aが形成されており、冷却用流体を供給口36aから流路の入口に導くガイド部を構成している。尚、扇状凹部34aの板状部材中央に近い周縁37aは円弧状となっており、図4に示した円形凹部24の周縁24aと共に流路の入口を構成する。また、扇状凹部34aの底面には、複数の支持柱35aが形成されている。支持柱35aは、流体の流れる方向に一致するよう放射状に配列されている。また、支持柱35aは、その上面が第2の板状部材の第1の面31と面一になる高さを有しており、第1の板状部材2と第2の板状部材3を貼り合わせる際の接合面となる。このような支持柱35aを形成することにより、ヒートシンクの機械的強度が向上すると共に、冷却用流体が流路全体に均一に流れやすくなる。

【0037】

また、排出口36bについても同様の構造が形成されている。即ち、排出口36bから板状部材の中央に向かって略扇状に広がる扇状凹部34bが形成されており、冷却用流体を流路の出口から排出口36bに導く導入ガイド部を構成している。尚、扇状凹部34bの板状部材中央に近い周縁37bは円弧状となっており、図4に示した円形凹部24の周縁24bと共に流路の出口を構成する。また、扇状凹部34bの底面には、複数の支持柱35bが形成されている。尚、第2の板状部材3の4隅には螺子穴33が形成されており、第2の板状部材2の4隅に設けられた螺子穴23と一致させることで、板状部材同士の

位置合わせを可能にしている。

【0038】

これらの第1の板状部材2と第2の板状部材3を組み合わせると図6(a)及び(b)に示すような形態となる。図6(a)及び(b)に示すように、第1の板状部材2の第2の面22に形成された円形凹部24は、第2の板状部材の第1の面31との間に円形の冷却用流路を形成する。この円形の冷却用流路の入口13は、第2の板状部材3に形成された扇状凹部34aの円弧状の周縁部37aと、第1の板状部材2の円形凹部24の周縁部24aとの間に形成されており、円弧状の形状を有する。同様に、円形の冷却用流路の出口14は、第2の板状部材3に形成された扇状凹部34bの円弧状の周縁部37bと、第1の板状部材2の円形凹部24の周縁部24bとの間に形成されており、円弧状の形状を有する。尚、当然ながら円弧状の周縁部37a又は37bは、第1の板状部材2の円形凹部24の周縁部24a又は24bよりも内側に位置するよう形成されている。また、第2の板状部材3に形成された扇状凹部34aは、第1の板状部材の第2の面32との間に、供給口36aから流路の入口13に冷却用流体を導くガイドを形成する。同様に、第2の板状部材3に形成された扇状凹部34bは、第1の板状部材の第2の面22との間に、流路の出口14から排出口36bに冷却用流体を導くガイドを形成する。

【0039】

図6に示すヒートシンクにおいて冷却用流体の流れは次のようになる。まず、供給口36aから導入された冷却用流体は、扇状凹部34aによって構成されたガイドに沿って広がりながらヒートシンク中央に向かって流れる。そして、扇状凹部34aの周縁部37aに到達すると、扇状凹部34aの周縁部37aと円形凹部24の周縁部24aによって形成された流路の入口13に流れ込む。ここで流路の入口13は円弧状であるため、ヒートシンクの中央に向かう流れの一部は、ヒートシンクの周辺部に回り込みながら流路に進入することになる。従って、冷却用流体が流路全体に均一に流れやすくなると共に、冷却用流体の水圧分布が流体の流れに対して垂直な等高線を形成し易くなる。従って、平面的な広がりを持つ流路全体に渡って均一な冷却効果を得ることができ、実装したLEDチップ1の熱による特性ばらつきを抑制することができる。

【0040】

そして冷却用流路の入口13から流入した流体は、凸部25によってS字状に迂回を繰り返しながら流路の出口14に向かう。即ち、凸部25は、流路の入口13の中央から出口14の中央に向かって最も近接する凸部25同士を順次結んだ線分が屈曲を繰り返すよう互いにずれて配置されているため、凸部25にぶつかった流体はS字状に迂回を繰り返しながら流路を流れることになる。換言すれば、凸部25の2次元配列を流路の入り口から第1列、第2列、・・・第n列とみたときに、第n列目の凸部25の配列は、第(n-1)列目の凸部25の配列から半ピッチ分だけ上下にずれて配置されている。これにより各凸部25は、近接する4つの凸部のつくる正方形の中心に位置する配置となる。このように流体がS字状に迂回を繰り返しながら流れるように凸部25を配置することにより、冷却用流体と第1の板状部材との間の熱交換が促進され、放熱効果が一層高くなる。

【0041】

こうして流路を流れた冷却用流体は、流路出口14に到達すると扇状凹部34bによって構成されたガイドを通じて排出口36bから排出される。ここで流路の出口14は円弧状であるため、流路の周辺部から流れてきた流体は出口14の中央に向かって回り込みながら流れ出すことになる。従って、先と同様に、冷却用流体が流路全体に均一に流れやすくなると共に、冷却用流体の水圧分布が流体の流れに対して垂直な等高線を形成し易くなる。従って、平面的な広がりを持つ流路全体に渡って均一な放熱効果を得ることができ、実装したLEDチップ1の熱による特性ばらつきを抑制することができる。尚、板状部材に形成される流路形状は図4、図5の形状に限定されるものではない。

【0042】

本実施の形態において、流路内に形成する凸部25は発熱体であるLEDチップ1に対して特定の位置に配置することが好ましい。図7(a)及び(b)は、LEDチップ1が

正方マトリックス状に配列されている場合におけるLEDチップ1と凸部25の位置関係を示す模式図である。前述の通り、LEDチップ等の発熱体からの発熱は、放熱面から放熱される熱輸送においてヒートシンク内を厚さ方向に45°の角度で広がりながら伝わる。即ち、図7(b)に示すように、LEDチップ1で発生した熱は、第1の板状部材2を板厚方向に進行する際に45°の角度で広がりながら進行する。このためLEDチップ1等を、例えばチップ同士の間隔がチップ幅以下（より具体的には、チップ幅の半分以下）であるような高い密度で実装すると、隣接する2つのLEDチップで生じた熱が第1の板状部材の厚さ方向に伝わる間に重なり合って熱干渉を起こし、LEDチップ1同士の間隔11に相当する位置で相対的に熱密度が高くなる。そこで複数ある凸部25の少なくとも一部は、LEDチップ1同士の間隔11に相当する位置に形成することが望ましい。何故なら凸部25を形成すれば、その部分における熱密度を下げることができるからである。即ち、凸部25を形成すると、第1の板状部材2の単位投影面積あたりの表面積は大きくなるため、冷却用流体と接する面（＝第1の板状部材2の第2の面22）における熱密度を下げるができる。従って、LEDチップ等の発熱体となる半導体素子を高密度に実装し、互いに熱干渉を起こす場合であっても、熱分布を抑制して高効率な冷却ができる。

【0043】

また、同様の理由から、各LEDチップ1の略中央に相当する位置にも凸部25を形成することが望ましい。何故なら、LEDチップ等の半導体発光素子は、一般に素子の中心部で大きな発熱を示すからである。そこで本実施の形態では、図7(a)に示すように、凸部25をLEDチップ1の中央と四隅に配置するように形成している。LEDチップ1の四隅に形成された凸部25は、LEDチップ1同士の間隔11上に中心を有するように配置されている。即ち、あるLEDチップ1の四隅に形成される凸部25は、隣接する3つのLEDチップ1にも跨って形成されている。このように凸部25を配置することにより、LEDチップ1自身の内部で生じる熱分布と、LEDチップ1同士の熱干渉によって起きる熱分布の両方を抑制して効果的な放熱を行うことができる。尚、矩形のLEDチップ1の四隅に凸部25を形成する代わりに、矩形のLEDチップ1の各辺の中央に凸部25を配置しても良い。その場合は隣接する2つのLEDチップ1で1つの凸部25を共有することになる。尚、この場合も凸部25の中心をLEDチップ同士の間隔11上に配置することが好ましい。

【0044】

ヒートシンクを構成する板状部材同士は、共晶材料にて貼り合わせることが好ましい。板状部材同士を共晶材料で貼り合わせることにより、第1の板状部材2から第2の板状部材3への熱伝導と電気伝導を良好にすると共に、冷却用流体の漏れがなく、耐熱性の高い接合が可能となる。第1の板状部材2と第2の板状部材の間の熱伝導が良好であれば、これらの組み合わせによってヒートシンクを構成する上で有利である。また、第1の板状部材2と第2の板状部材の間の電気伝導が良好であれば、これらの組み合わせによって構成したヒートシンクを半導体チップへのリードとする際に有利である。

【0045】

また、共晶材料は貼り合わせ面の全面、即ち、第1の板状部材2の第2の面22と第2の板状部材3の第1の面31の全面に形成することが好ましい。これにより共晶材料によって板状部材の表面を流体による腐食等から保護することができる。例えば、板状部材としては熱伝導率の高い銅等を用いることが好ましいが、銅は冷却水によって電解腐食等を起こしやすい。従って、板状部材の貼り合わせ面の全面を耐食性の高い共晶部材（例えば、Auを含む合金等）で覆うことにより、信頼性の高いヒートシンクとすることができる。また、一方の板状部材の表面を共晶材料で覆い、他方の板状部材の貼り合わせ面側に金属膜を形成する構成とすることもできる。つまり、板状部材に金属膜を形成することによって、板状部材の表面を保護すると共に共晶材料との接続を容易にすることができる。共晶材料としては、AuSn、AuSi、SnAgBi、SnAgCu、SnAgBiCu、SnCu、SnBi、PbSn、Inからなる群から選択される少なくとも1種を含む接着部材であることが好ましい。金属膜は接着部材である共晶材料との関係で濡れ性が良

好な金属であれば特に限定されない。好ましい組み合わせとしては、共晶材料としてAuを含む合金（例えば、AuSn）を用い、金属膜としてAuもしくはAuを含む積層体を用いることができる。

【0046】

また、本発明のヒートシンクは、2以上の発熱体1をアレイ状に実装することができる。本発明のヒートシンクを用いることにより、発熱体を複数実装しても十分な放熱を確保すると共に、冷却材などの流れ込みや、それによる板状部材のはがれ等を抑制することができる。またヒートシンクの同一面上に形成されるアレイ状の発熱体は電氣的に並列、及び／又は直列に接続されていてもよい。

【0047】

さらに、発熱体は第1導電型層と第2導電型層とを有する半導体素子であることが好ましい。第1導電型がn型の場合、第2導電型はp型となる。またこの逆でもよい。本実施の形態では、第1の導電型層がヒートシンクに電氣的に接続され、第2導電型層がヒートシンク上に絶縁膜を介して形成された金属部材に電氣的に接続されている。

【0048】

本発明において発熱体である半導体素子は、窒化物半導体素子であることが好ましい。窒化物半導体素子としては、全部を窒化物半導体で構成することもでき、部分的に窒化物半導体以外の材料で構成することもできる。窒化物半導体としては、GaN、AlN、InN、あるいはこれらの混晶である $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) からなる半導体を用いることができる。またこれに加えて、III族元素としてBを用いることもでき、V族元素としてNの一部をP、Asで置換することもできる。前記窒化物半導体を積層した窒化物半導体層には活性層を有し、該活性層は単一(SQW)又は多重量子井戸構造(MQW)とする。

【0049】

前記窒化物半導体の成長方法としては、特に限定されないが、MOVPE（有機金属気相成長法）、MOCVD（有機金属化学気相成長法）、HVPE（ハイドライド気相成長法）、MBE（分子線エピタキシー法）など、窒化物半導体の成長方法として知られている全ての方法を好適に用いることができる。特に、MOCVDは結晶性良く成長させることができるので好ましい。

【0050】

窒化物半導体層の電極形成面を光取り出し面とする構成にしても良いし、窒化物半導体層を積層した基板側を光取り出し面としても良い。窒化物半導体層を積層した基板側を光取り出し面とする場合、窒化物半導体素子の電極を形成した面を除いて保護膜を形成し、窒化物半導体層の上に形成された電極と外部電極等とをメタライズ層（バンプ）によって接続するフェイスダウン構造とすることが好ましい。基板側を光取り出し面とすることで光取り出し効率が向上する。

【0051】

本発明における窒化物半導体素子は、支持基板上に導電層とp電極を介してp型窒化物半導体層、活性層、n型窒化物半導体層を有し、その上にn電極を形成した構成とすることもできる。該窒化物半導体素子はp電極とn電極が窒化物半導体層を挟んで向かい合う対向電極構造とするものである。この場合には、前記窒化物半導体素子は、n電極側が光取り出し面となる。窒化物半導体（特にGaN系半導体）はn型層の抵抗が低いため、n電極のサイズを小さくできる。光の取り出し効率の向上はn電極を小さくすることで光を遮る領域を低減できるからである。

【0052】

更にはチップ化した発熱体である窒化物半導体素子の近傍に蛍光体を樹脂と混合させて形成することで、高出力の白色発光素子を得ることができる。前記蛍光体の一例を以下に示す。緑色系発光蛍光体としては、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 Tb 、 $\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce}$ 、 Tb 、 $\text{Sr}_7\text{Al}_{12}\text{O}_{25}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})$ のうち少なくとも1以上) $\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ がある。また、青色系発光蛍光体としては

$\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{SrCaBa})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{BaCa})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Mg, Ca, Sr, Baのうち少なくとも1以上})_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 Mn 、 $(\text{Mg, Ca, Sr, Baのうち少なくとも1以上})(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ 、 Mn がある。さらに、赤色系発光蛍光体としては $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ がある。特にYAGを含有させることで、白色光を発光することができ、照明用光源など用途も格段に広がる。YAGは、 $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{R}$ (Rは、Ce、Tb、Pr、Sm、Eu、Dy、Hoから選ばれる少なくとも1以上である。 $0 < R < 0.5$ である。)。本実施の形態において、赤味を帯びた光を発光する蛍光体として、特に窒化物系蛍光体を使用するが、本発明においては、上述したYAG系蛍光体と赤色系の光を発光可能な蛍光体とを備える発光装置とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光体は、波長が400~600nmの光によって励起されて発光する蛍光体である。このようにYAG系蛍光体とともに赤色系の光を発光可能な蛍光体を使用することにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。以上のような蛍光体を選択することで、種々の発光波長を持った光取り出し効率の高い発光素子を得ることができる。

【0053】

また、本発明の半導体装置は、例えば図8に示すように、ヒートシンク40を備えており、外側表面に設けられた供給口42及び排出口44を通じてヒートシンク40内部を冷却材が流れる構造となっている。発熱体である半導体素子46から発生した熱は、ヒートシンク40内を流れる冷却材によって好適に放熱される。ヒートシンク40は、例えば2以上の板状部材を貼り合わせて形成された積層板状部材であり、共晶材や濡れ性のよい金属膜を設けて強固に接着されているのでヒートシンク110内部で冷却水が漏れるということはない。また、本発明の発熱体を半導体発光素子、特に半導体レーザーとすれば、500nm以下の短波長領域においてレーザー発振する高出力のレーザー光源装置を得ることが可能となる。また本実施の形態は、発熱体が発光ダイオードや受光素子等である場合にも適用可能であることは言うまでもない。

【0054】

本発明の実施形態により構成される半導体装置の一例としては、LED光源のユニットモジュール光源装置がある(図8)。該光源装置の外形は、ヒートシンク40とそれを固定する固定治具50と螺子48とから形成される。また、ヒートシンク40と固定治具50との間には、ヒートシンク40の供給口及び排出口と、固定治具50の供給口42及び排出口44とを水漏れなく連結させるための部材を用いても良い。この部材は、例えば樹脂であってもよく金属であってもよい。また、前記LED光源のユニットモジュール光源装置の外観は図8に示すような4角形でもよく、また図9に示すように3角形でも良い。なお、図8及び9において、電源からの電力供給配線は省略している。

【0055】

また、前記構成から成るLED光源のユニットモジュール光源装置を配列させて、超高出力化モジュール光源装置を構成することが出来る。図10には超高出力化モジュール光源装置を示す。図10に示すように、例えばLED光源のユニットモジュール光源装置52の外観が4角形の場合は、光源装置52をアレイ状もしくはマトリクス状に配列させることにより、更なる高出力光源を構成することが出来る。この場合、ユニットモジュール光源装置52の冷却材の供給口及び排出口は、ユニットモジュール光源装置52同士の間で直列又は並列に連通させることが好ましい。即ち、ユニットモジュール光源装置52の間で供給口同士又は排出口同士を連通させても良い。また、これに代えて、あるユニットモジュール光源装置52の排出口を次のユニットモジュール光源装置の供給口に接続し、これを繰り返しても良い。また前記LED光源のユニットモジュール光源装置52の外観が3角形の場合は、図11に示すように、3角形の辺同士が重なるように順次円環状に配列することにより、全体として多角形となるように配置しても良い。こうした配列を採用することにより、小面積でありながら更なる高出力化を図った光源を構成することが出来る。なお、超高出力化モジュール光源装置は、それを構成するユニットモジュール光源装

置間の供給口及び排出口とを水漏れなく連結させるための部材を用いても良い。この部材は、例えば樹脂や金属である。これにより、アレイ状またはマトリクス状または円形状に配列されてなる水路の直列結合において、高い水圧が必要になった場合であったとしても水漏れを防ぐことが可能となる。

【実施例】

【0056】

以下に本発明の実施例を示すが、本発明は当然これに限定されるものではない。

厚みで $200\mu\text{m}$ の無酸素銅からなる第1の板状部材及び第2の板状部材を、図4、図5に示すように加工を施す。第1の板状部材には螺子穴を四方に形成し、発熱体を形成する第1の面に対向した第2の面には凹凸加工をしている(図4)。第2の板状部材にも螺子穴を四方に形成し、また流体を導入する供給口と排出口を形成する(図5)。これらの部材の形成面には、Au層、及び／又はAuSn層を形成する。その後、 N_2 ガス雰囲気中にて $300^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ の熱処理を施し貼り合わせて積層板状部材を形成する。この積層板状部材には発熱体をAuSn等の接着部材を使用して実装する。このとき、銅薄板に施すAuSnの共晶温度に比べ、発熱体を実装する際に用いるAuSnの共晶温度が低くなるよう、AuSn重量比を制御しておくことで、発熱体を接合する際のヒートシンクの剥離を抑制できる。このような発熱体を形成したヒートシンクは、水冷治具に実装して流体として例えば純水等を循環させてもヒートシンクから流体が漏れることはない。

【0057】

【実施例1】

ケミカルエッチング等により前記第1の板状部材の第2の面に、凹凸構造を施して積層板状部材を形成してなるヒートシンクにおいて、該ヒートシンク上に $\square 1\text{mm}$ の窒化物半導体から成るLED素子を21個実装し、開口径で 8mm 程度のLED光源を試作した。前記凹凸は凹部の幅 $200\mu\text{m}$ 、深さ $200\mu\text{m}$ であって、凸部の幅を $800\mu\text{m}$ である。このLED光源を構成する21素子中の平均的な1素子のI-L特性と、従来受動的冷却手段により得られる1素子のI-L特性を調べたところ、図12に示すように、○点で示す受動的冷却手段では $0.3\text{A}\sim 0.5\text{A}$ からリニアリティが崩れる。これに対して、本実施例である能動的冷却手段においては、実線で示すようにLED素子が21個実装された半導体装置であっても 0.5A 以上にも及ぶリニアリティがとれていることが確認できた。また、図13に示すように、該 $\square 1\text{mm}$ のLED素子を21実装した半導体装置から 5Watt を超える光出力が得られた。素子間隔が $200\mu\text{m}$ 程度であって熱干渉を考慮したとしても、このような高密度実装でありながらリニアリティが良好な高輝度LED光源が得られた。

【0058】

【実施例2】

本発明のヒートシンクに、前記LED素子を21個実装してなる半導体装置において、流体として循環冷却媒体である純水(温度 25°C 、流量 0.4L/min の条件)を循環させて定電流駆動させた。その結果を図14、15に示す。

前記半導体装置は、純水(温度 25°C 、流量 0.4L/min の条件)を循環させ、電流 10.5A (1素子当たりの投入電流は 0.5A)で定電流駆動させた(図14)。比較例となる受動的冷却方法では、点線で示すように1素子に 0.5A 投入した場合には、100時間経過後には出力が約10%低下することが推測されるが、本発明の能動的冷却手段を用いたヒートシンクに実装させた場合、発熱体であるLED素子の間隔が $200\mu\text{m}$ と高密度実装でありながらも100時間後の劣化はほとんど観測できなかった。このときの熱密度は約 $2\text{Watt}/\text{mm}^2$ であるが、 3Watt を超える光出力が得られた。

【0059】

【実施例3】

また、本発明のヒートシンクにLED素子を21実装してなる半導体装置において、純水(温度 25°C 、流量 0.4L/min の条件)を循環させ、電流 20A (1素子当たりの投入電流は 0.95A)で定電流駆動させた(図15)。受動的冷却方法では、1素子に1

A投入した場合、10時間経過後には出力が約15%低下することが推測されるが、本発明の能動的冷却手段を用いたヒートシンクに実装させた場合、素子間隔が $200\mu\text{m}$ と高密度実装でありながらも、10時間後の劣化はほとんど観測できなかった。このときの熱密度は約 $5\text{Watt}/\text{mm}^2$ であるが、 5Watt を超える光出力が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明は、半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体を形成したヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】図1は、本発明の半導体装置の構成を説明する模式的断面図である。

【図2】図2は、本発明の半導体装置の構成を、金属キャップ等を省略して示した模式的斜視図である。

【図3】図3は、本発明のヒートシンク構造を説明する模式的断面図である。

【図4】図4(a)～(c)は、本発明の第1の板状部材の一例を模式的に示す斜視図、平面図及び断面図である。

【図5】図5(a)～(c)は、本発明の第2の板状部材の一例を模式的に示す斜視図、平面図及び断面図である。

【図6】図6(a)及び(b)は、図4及び図5に示した板状部材を組み合わせた様子を示す平面図及び断面図である。

【図7】図7(a)及び(b)は、半導体素子と流路内の凸部の位置関係を模式的に示す平面図及び断面図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態により構成されるLED光源のユニットモジュール光源装置を説明する図である。

【図9】図9は、本発明の実施形態により構成されるLED光源のユニットモジュール光源装置を説明する図である。

【図10】図10は、本発明の実施形態により構成されるLED光源の超高出力化モジュール光源装置を説明する図である。

【図11】図11は、本発明の実施形態により構成されるLED光源の超高出力化モジュール光源装置を説明する図である。

【図12】図12は、本発明の実施形態によってなされた能動的冷却手段によるLED素子のIL特性と、受動的冷却手段によるLED素子のIL特性の相対比較を示す図である。

【図13】図13は、本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のIL特性である。

【図14】図14は、本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のCW-ACC駆動試験と、受動的冷却手段によるLED1素子のCW-ACC駆動試験から予測される劣化曲線との比較を示す図である。

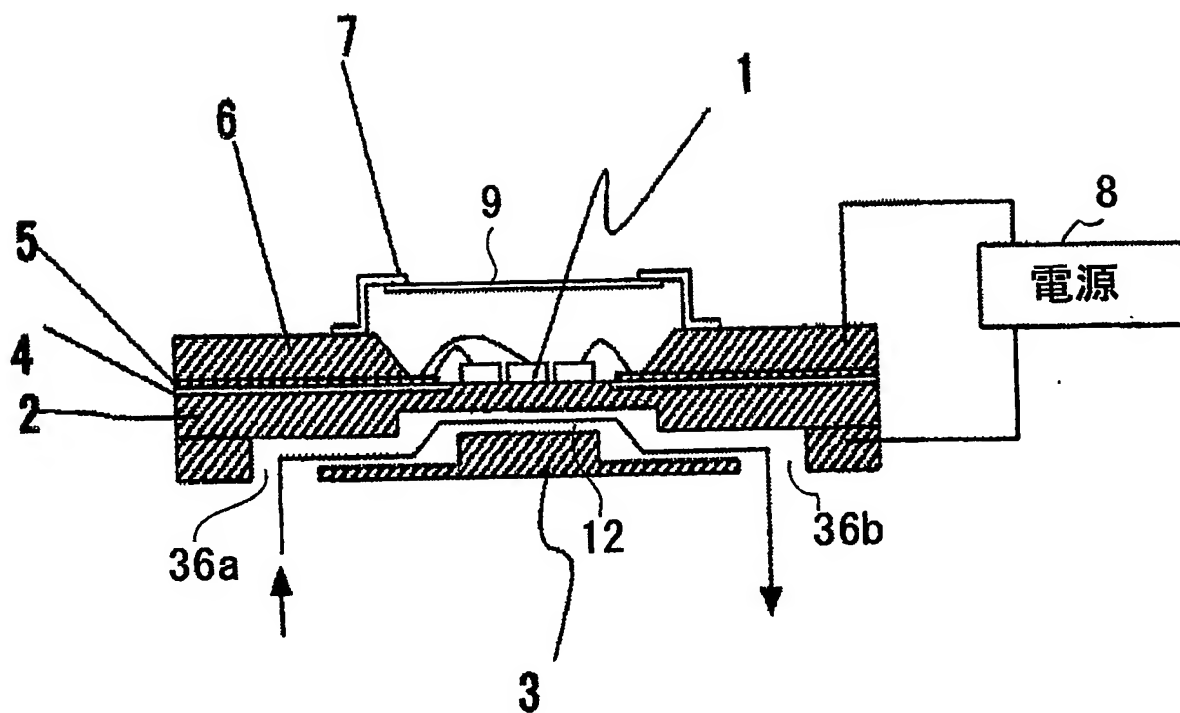
【図15】図15は、本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のCW-ACC駆動試験と、受動的冷却手段によるLED1素子のCW-ACC駆動試験から予測される劣化曲線との比較を示す図である。

【符号の説明】

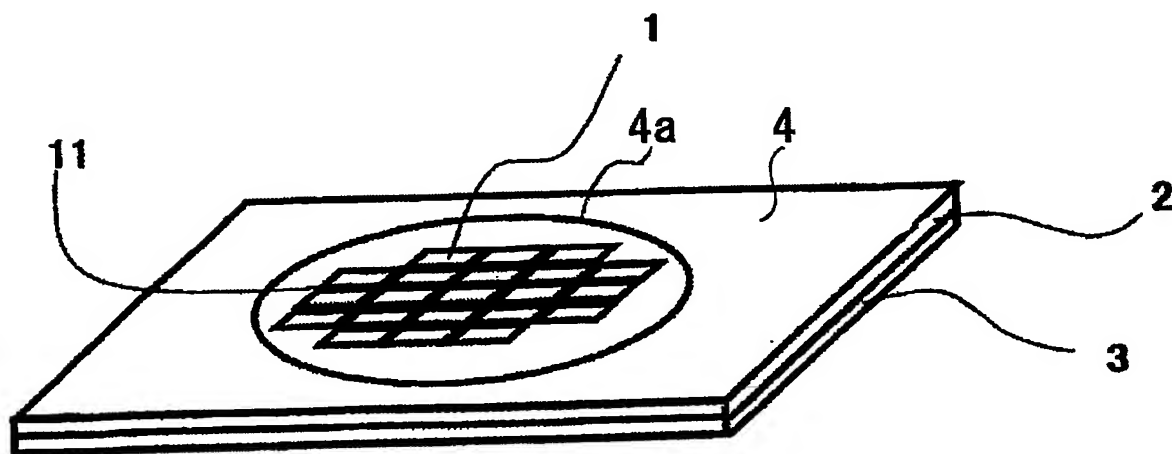
【0062】

- 1、10・・・発熱体
- 2・・・第1の板状部材
- 3・・・第2の板状部材

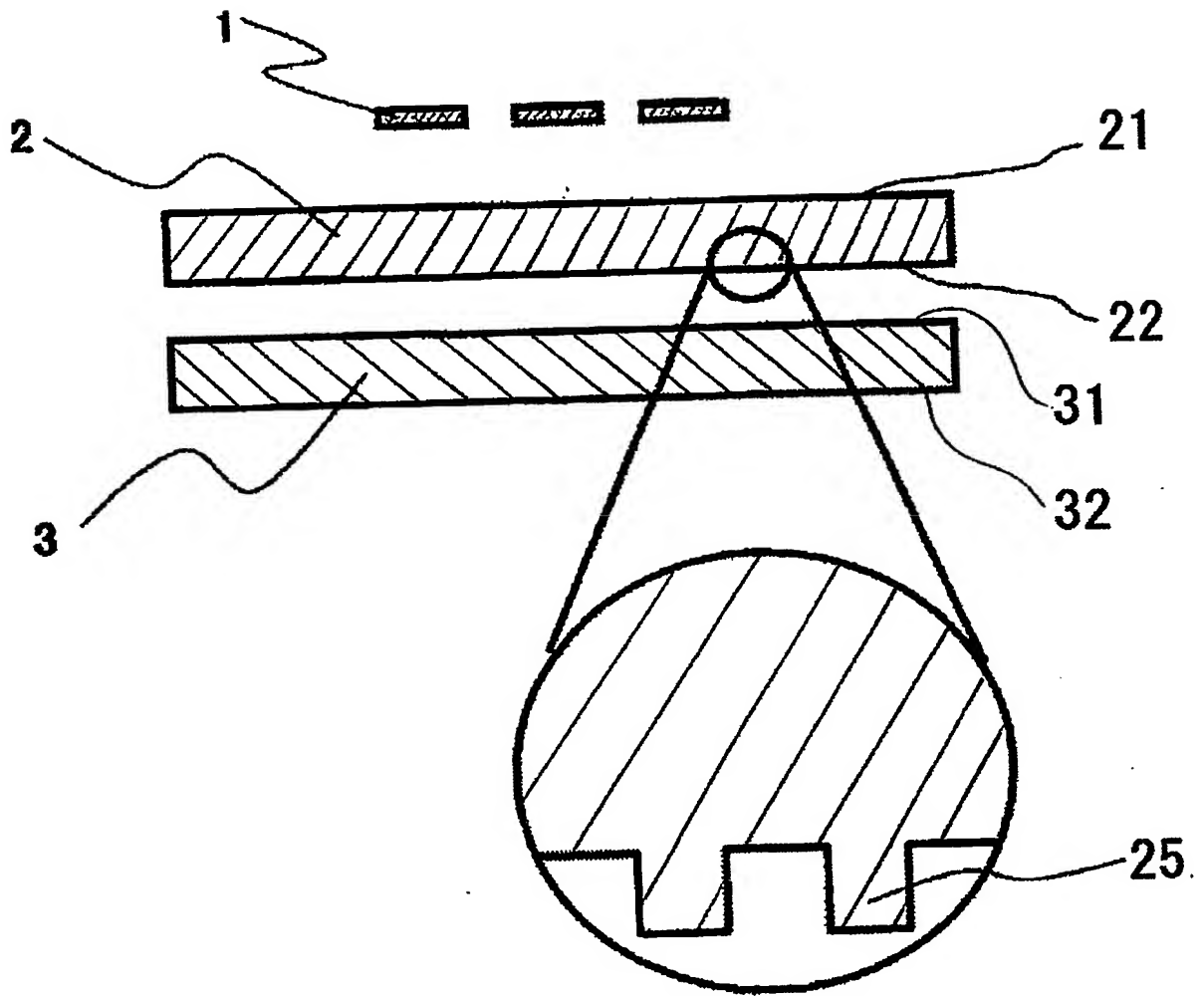
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

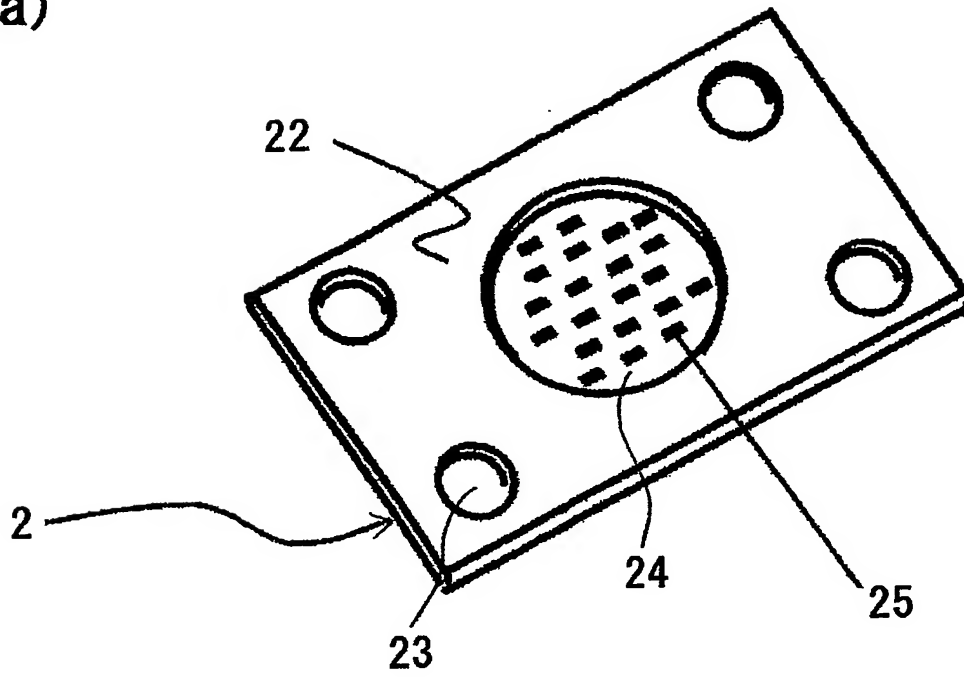


【図 3】

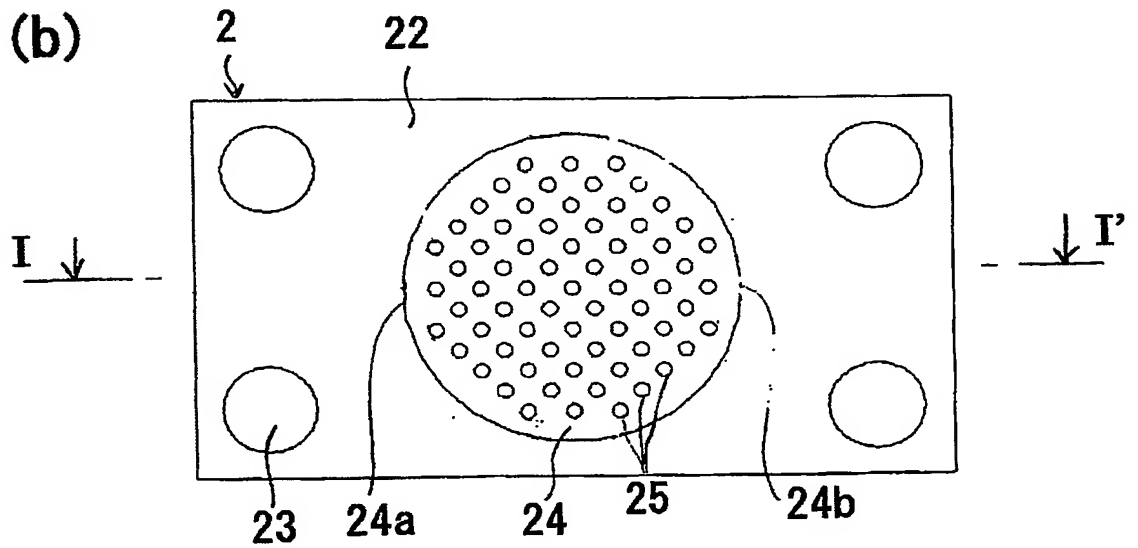


【図 4】

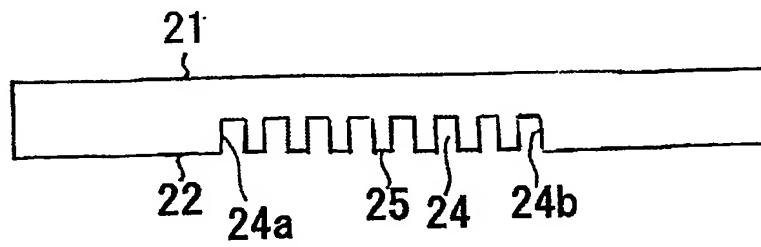
(a)



(b)

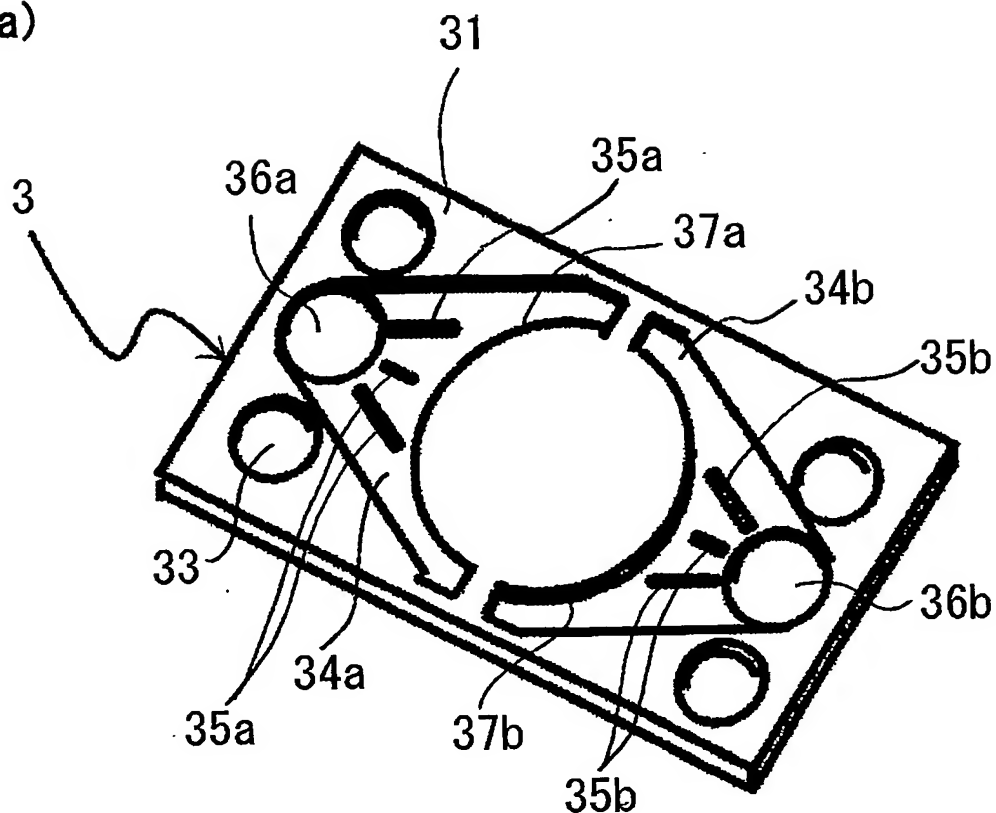


(c)

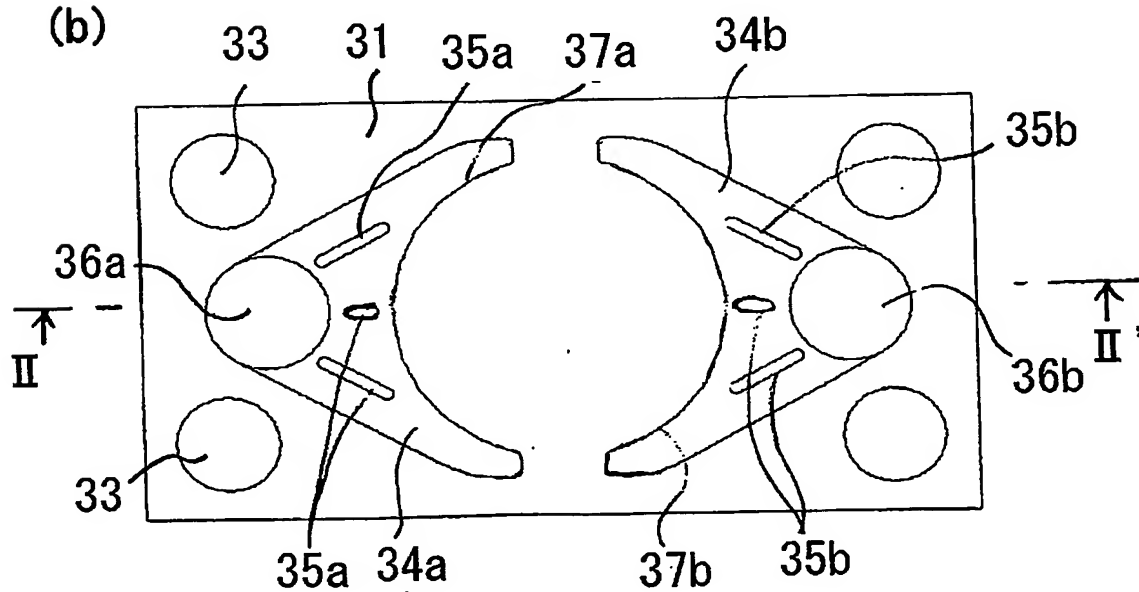


【図 5】

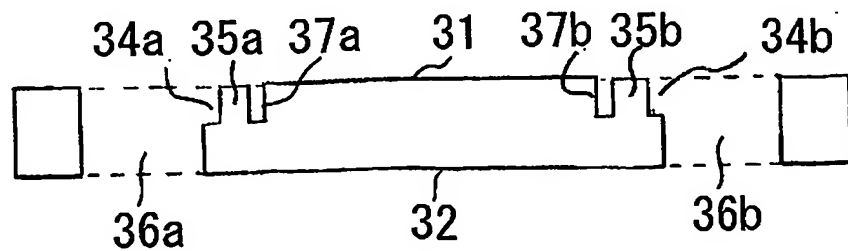
(a)



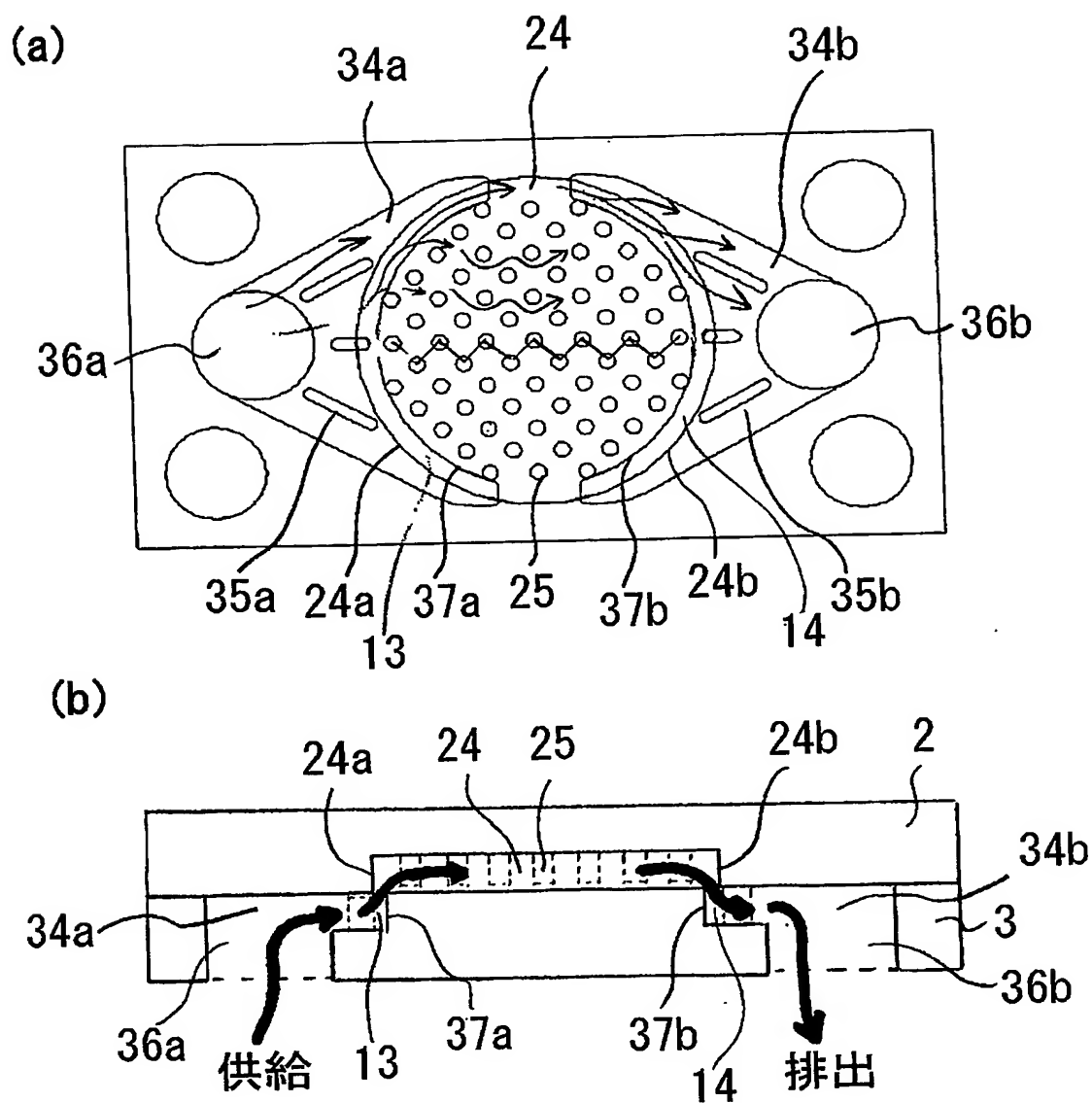
(b)



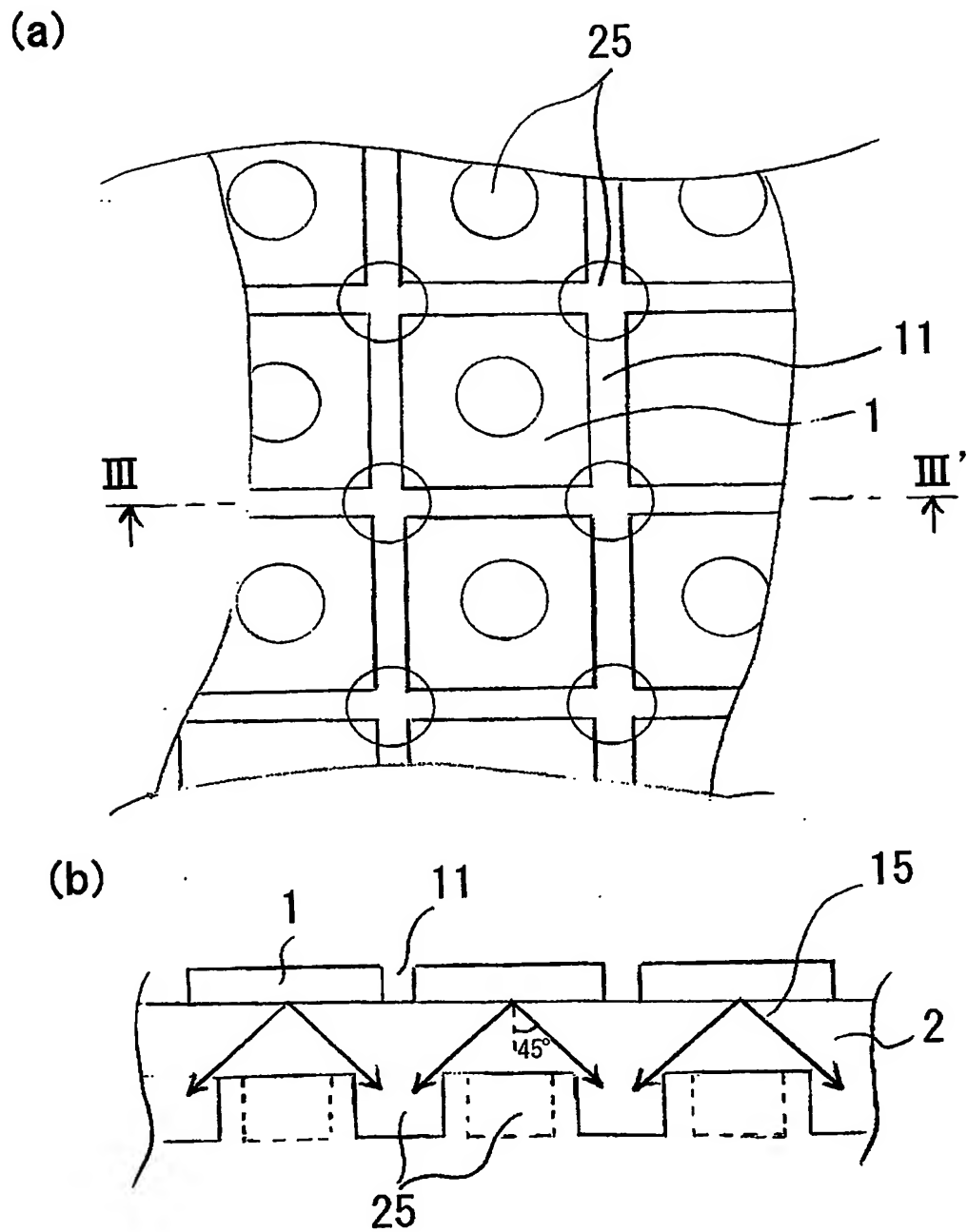
(c)



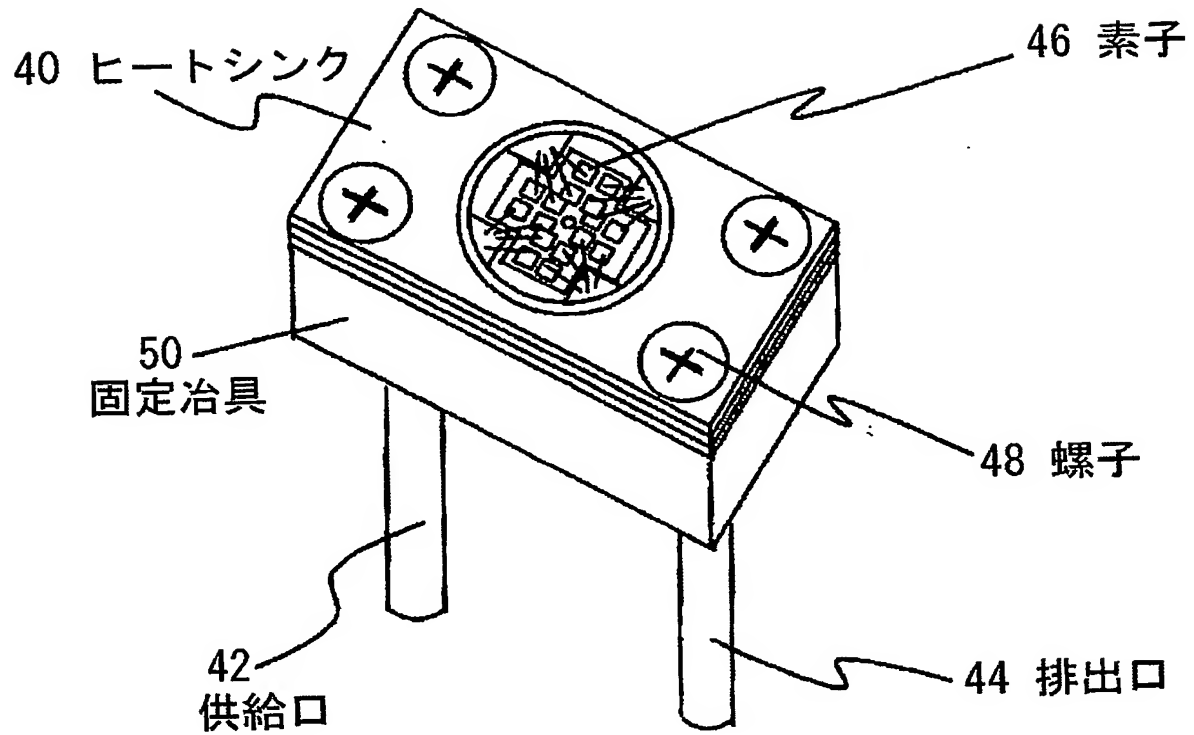
【図 6】



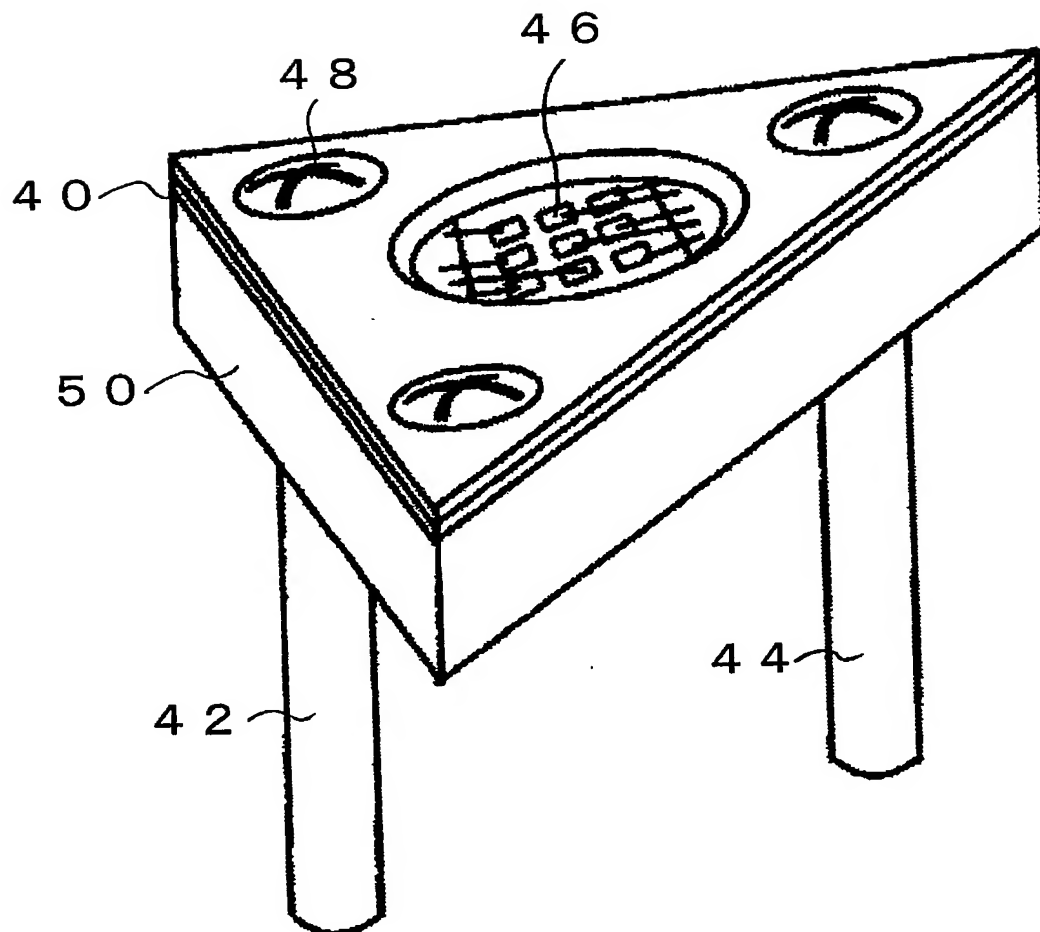
【図 7】



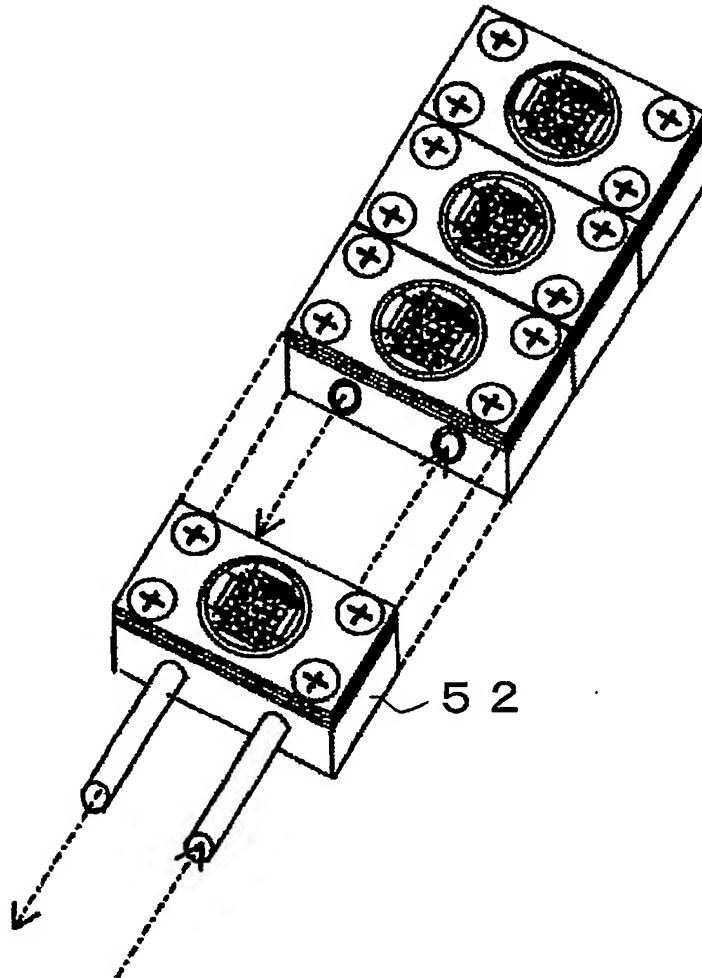
【図 8】



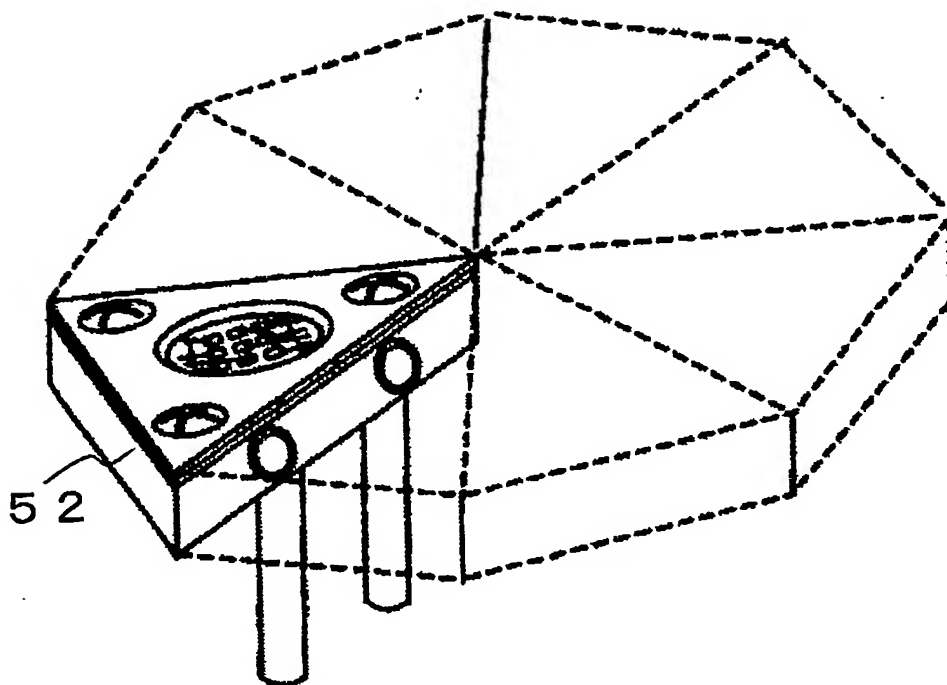
【図 9】



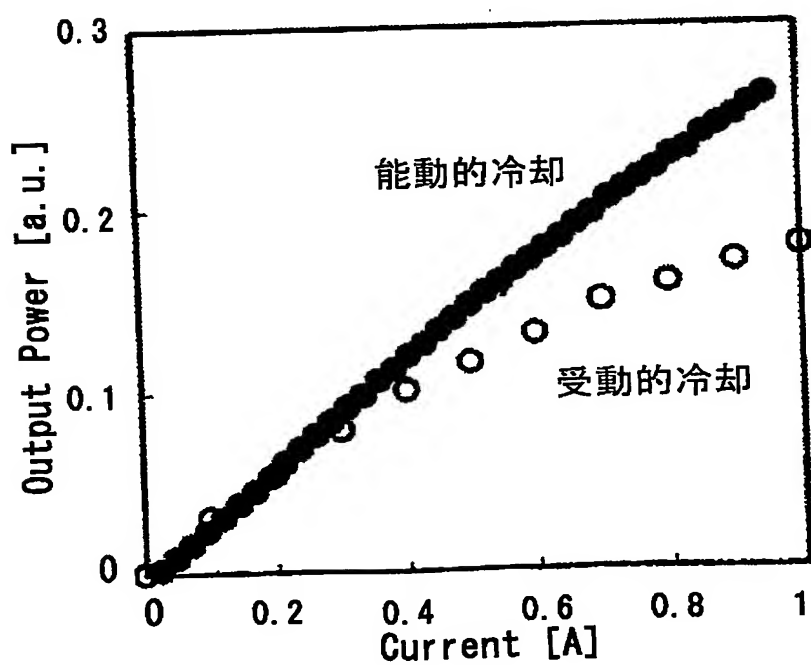
【図 10】



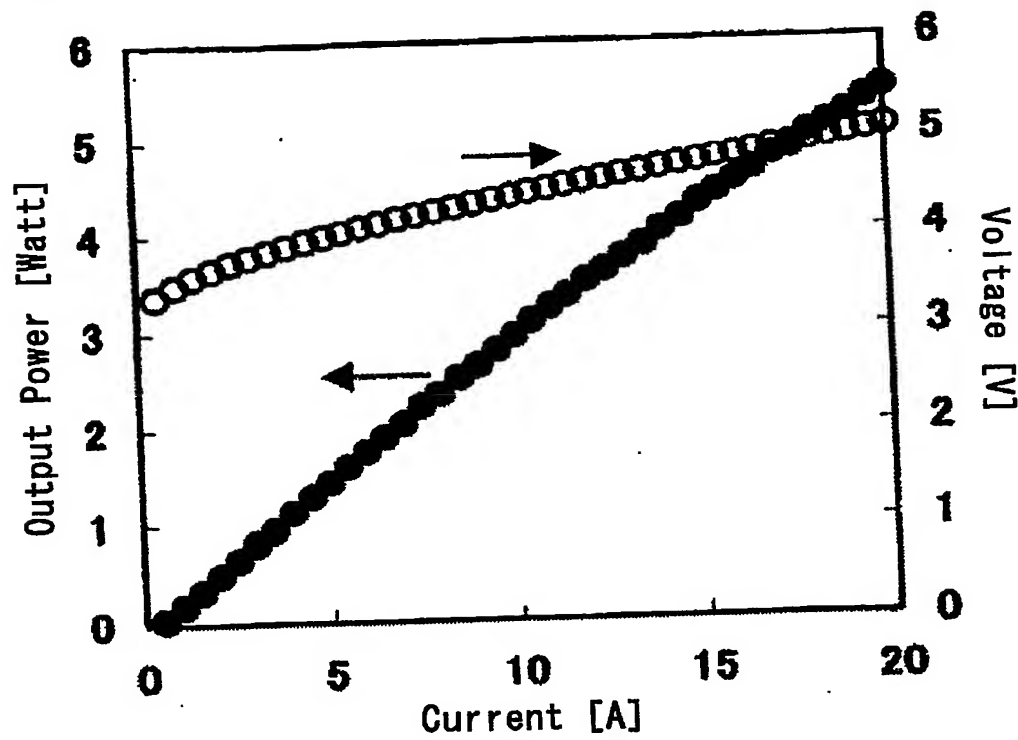
【図 11】



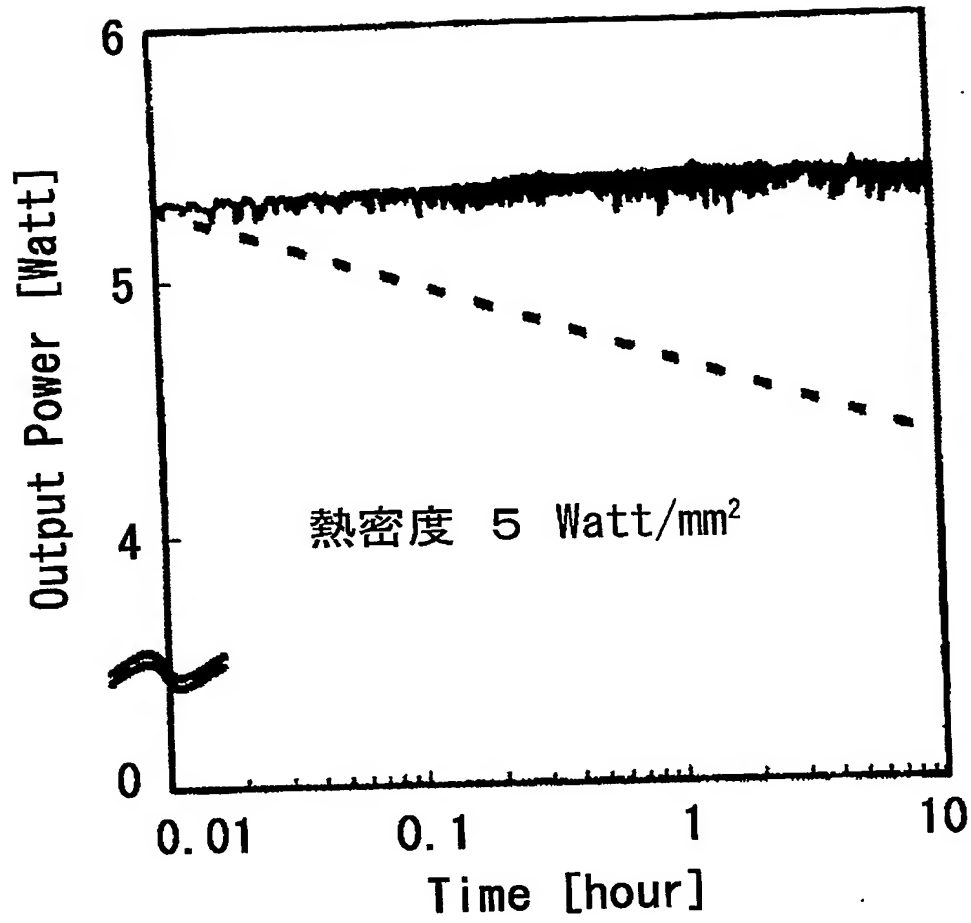
【図 12】



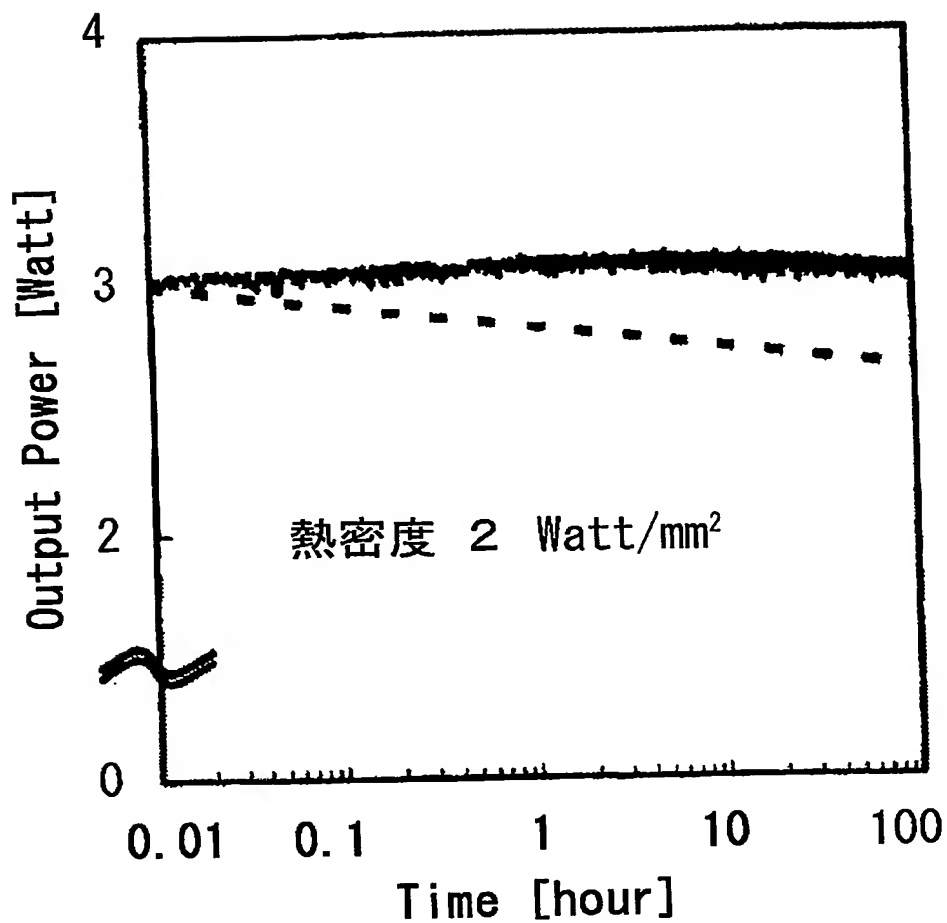
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置を提供する。

【解決手段】 発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の第2の面には凹凸を有する。前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した第2の面に有する。

【選択図】図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-163491
受付番号	50400920204
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 16 年 6 月 7 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000226057
【住所又は居所】	徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0
【氏名又は名称】	日亜化学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】	100074354
【住所又は居所】	徳島県徳島市金沢 1 丁目 5 番 9 号
【氏名又は名称】	豊栖 康弘

【代理人】

【識別番号】	100091465
【住所又は居所】	大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 IMP ビル 青山特許事務所
【氏名又は名称】	石井 久夫

特願 2 0 0 4 - 1 6 3 4 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 6 0 5 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0

氏 名

日亜化学工業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/015259

International filing date: 15 October 2004 (15.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-163491
Filing date: 01 June 2004 (01.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse